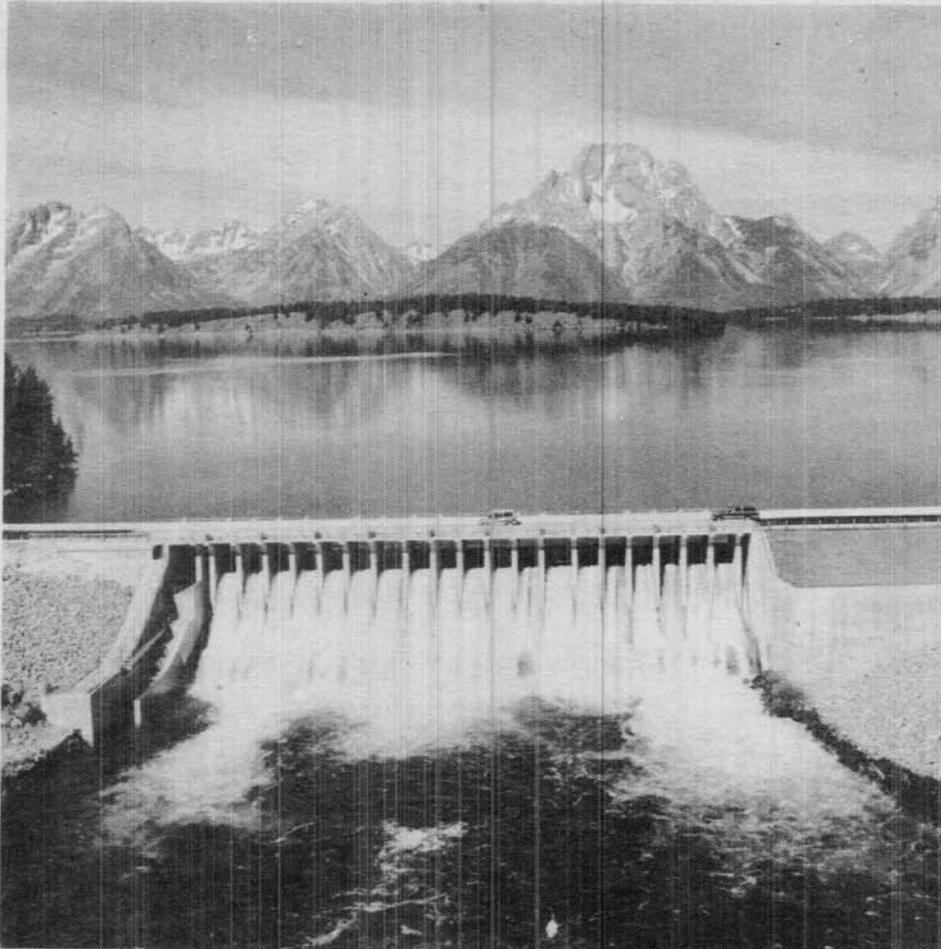


EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

Boletin No. 151

Marzo de 1990



EN ESTE NUMERO:

Experiencia con cavitación en compuertas deslizantes de alta presión

Investigaciones del Bureau of Reclamation-Corps of Engineers resultan en sistema de cartografía acústica de alta resolución

Con la hidrodemolición se aceleran reparaciones en un túnel de acueducto

Limpieza de tuberías usando puercos

Estanques de decantación para sistemas de tuberías

Enfoque en la presa de Jackson Lake

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR
Bureau of Reclamation

El Boletín de Explotación y Mantenimiento Hidráulico es una publicación trimestral presentada a los operadores de sistemas de abastecimiento de agua. Su objetivo principal es de servir de órgano para el intercambio de información para provecho del personal del Bureau of Reclamation y de los grupos de usuarios de agua en lo referente a la explotación y mantenimiento de las instalaciones hidráulicas.

A pesar de que se hacen todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud y veracidad de la información presentada, el Bureau of Reclamation no garantiza ni se hace responsable por el uso, o mal uso, de la información contenida en este Boletín.

* * * * *

Facilities Engineering Branch
Engineering Division
Denver Office, Code D-5210
P.O. Box 25007, Denver CO 80225, U.S.A.
Teléfono: (303) 236-8087 (FTS 776-8087)

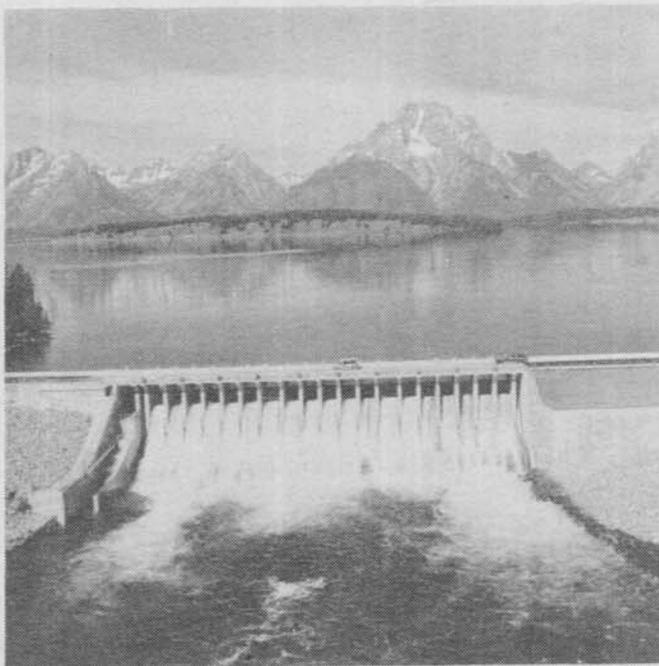


Foto en la portada:

La Presa de Jackson Lake,
Minidoka Project, Wyoming.

Toda información contenida en este Boletín referente a productos comerciales no se puede usar con propósitos promocionales o publicitarios, y no se debe considerar como el respaldo del Bureau of Reclamation de ningún producto o compañía.

CONTENIDO

BOLETIN DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

No. 151

MARZO DE 1990

	Página
Experiencia con cavitación en compuertas deslizantes de alta presión	1
Investigaciones del Bureau of Reclamation- Corps of Engineers resultan en sistema de cartografía acústica de alta resolución	8
Con la hidrodemolición se aceleran reparaciones en un túnel de acueducto	10
Limpieza de tuberías usando puercos	15
Estanques de decantación para sistemas de tuberías	18
Enfoque en la presa de Jackson Lake	21



EXPERIENCIA CON CAVITACION EN COMPUERTAS DESLIZANTES DE ALTA PRESION

por K. Warren Frizell y Brent W. Mefford¹

Las compuertas deslizantes del alta presión han sido utilizadas desde hace muchos años en una variedad de aplicaciones, usualmente para controlar caudales a través de las instalaciones de desagüe de presas. El Bureau of Reclamation ha instalado y operado este tipo de compuerta desde 1906. Sin embargo, a pesar de todos los años de experiencia en la operación de estas compuertas, así como los nuevos conocimientos sobre el fenómeno de la cavitación, todavía ocurren daños de vez en cuando.

Antes de la construcción de la presa Hoover (1931-1936) y con pocas excepciones, la mayoría de las instalaciones de compuertas y válvulas se consideraban ser de baja presión (<46 m). Por la falta de conocimientos que existía entonces con respecto a la cavitación y sus efectos perniciosos, las compuertas deslizantes que funcionaban bien bajo condiciones de baja presión se utilizaban también en instalaciones de alta presión. Esta práctica solía resultar en daños enormes, necesitando costosas reparaciones y mantenimiento o modificaciones. [1]². En algunos casos, las compuertas fueron abandonadas después de años de repetido desgaste. El Bureau ha utilizado dos diseños de compuertas deslizantes de alta presión en el curso de los últimos años pasados. Antes de 1940, el diseño normal tenía un área de asiento amplia con ranura y un borde delantero curvo en la hoja de la compuerta (figura 1a). Después de muchos años de operación, este estilo de compuerta fue abandonado como compuerta de regulación debido a continuos daños por cavitación. Durante los años de 1940, la norma del diseño fue modificada para incluir un área de asiento y ranura más estrechas, con un borde delantero de 45° en la hoja (figura 1b).

Evolución del Diseño Normal

El diseño actual de las compuertas deslizantes de alta presión del Bureau han evolucionado como consecuencia de pruebas con modelos hidráulicos y de la experiencia lograda del funcionamiento de estructuras prototipo. Antes de 1940 y debido a su facilidad de construcción, se utilizaban diseños de compuertas deslizantes de fondo plano, con ranuras anchas para proveer suficiente resistencia estructural a la hoja. Se notó que con el fondo relativamente plano, se producía cavitación en la parte inferior de la hoja de la

¹Warren Frizell es ingeniero de investigaciones hidráulicas y Brent Mefford es Jefe de la Sección de Estructuras Hidráulicas, Bureau of Reclamation, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225.

²Los números en corchete se refieren a las referencias al fin del artículo.

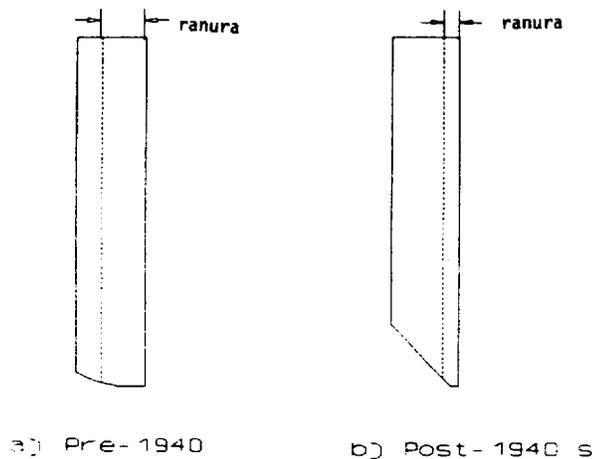


Figura 1.- Compuertas deslizantes de alta presión utilizadas por el Bureau of Reclamation

compuerta. Las hojas con fondo plano ancho están sujetas a efectos de tubo corto puesto que el punto de impulsión del caudal suele formarse cerca del borde superior de la hoja. Las ranuras anchas permitían al caudal chocar contra las esquinas inferiores de la ranura. Esto ocasionaba daños de cavitación a las paredes y al piso de la parte inferior de la compuerta. Se producía cavitación en muchas de las estructuras de compuertas de fondo plano. Obras tales como las presas Rye Patch y Caballo sufrieron fuertes daños de cavitación con presiones bien por debajo de 30 metros. Una historia de daños por cavitación y la mala distribución de los caudales en la salida de la compuerta deslizante normal motivaron estudios de modelos hidráulicos de compuertas deslizantes para las presas Cedar Bluff y Medicine Creek a principios de los años de 1950. En estas estructuras se utilizaban compuertas deslizantes para regular los caudales a los cuencos amortiguadores por resalto.

En las pruebas de modelo de las presas Cedar Bluff [2] y Medicine Creek [3] se investigaron los efectos de las configuraciones de flujos producidas por la forma de la cara aguas arriba de la hoja de la compuerta, la anchura de la ranura, los deflectores de caudales en las ranuras y la forma del marco de la compuerta aguas abajo. Los estudios resultaron en cambios de diseño para estas compuertas en la forma siguiente:

1. La cara superior de la hoja de la compuerta se cambió de una superficie convexa a una superficie plana.
2. La anchura de la ranura normal se redujo en un 45 por ciento.

3. Se colocaron deflectores de ranuras cuneiformes justo aguas arriba de la ranura para forzar una contracción del caudal en frente de la ranura.

4. La corona del marco de la compuerta aguas abajo fue inclinada en alzado a partir de la ranura a la parte inferior del marco. Una ranura de ventilación fue colocada en la corona justo aguas abajo de la ranura para prevenir presiones bajas a lo largo de la corona.

5. Al utilizar una compuerta deslizante de desagüe al canal de un cuenco amortiguador, las paredes laterales del marco de la compuerta aguas abajo fueron ensanchadas para mejorar la distribución del caudal con aperturas parciales de la compuerta.

La forma de la hoja de fondo plano fue conservada, posiblemente por su bajo costo y facilidad de construcción. Por las pruebas en modelos hidráulicos realizadas por Lowe [4] en compuertas de orugas tipo Coaster para la presa Shasta, se recomendó que el fondo de la compuerta fuera cambiado de una configuración plana a una pendiente de 45° yendo de la superficie aguas arriba a la superficie aguas abajo. Con un fondo en pendiente, se movía el punto de impulsión cerca del borde inferior de la hoja de la compuerta y se reducían las bajas presiones en el fondo de la compuerta. Esto también reducía el tiro descendente y el potencial para daños por cavitación a la hoja de la compuerta. Pero no obstante que el fondo en declive proveía las mejores condiciones de flujo, el diseño se consideraba difícil de construir.

En 1954, se diseñó una compuerta deslizante para la presa Palisades. Un estudio fue realizado por Simmons [5] para elaborar una compuerta deslizante reguladora capaz de realizar descargas en el canal de un cuenco amortiguador con cargas de hasta 73 metros. Las altas cargas requerían un mejoramiento del diseño normal de compuerta deslizante para reducir el potencial de cavitación en la hoja y en el marco aguas abajo de la compuerta. El estudio resultó en la adopción de varios aspectos adicionales para la compuerta deslizante normal de alta presión. Simmons concluyó que:

1. El fondo en declive de la hoja de la compuerta reduce posibles daños de cavitación a la hoja y provee una superficie lisa para el chorro. Una pendiente de 45° fue escogida como un compromiso entre las necesidades hidráulicas y las estructurales.

2. Las ranuras de compuertas deberían de diseñarse lo más angosto posible. La requerida espesura de la hoja de la compuerta basada en la encorvadura debería reducirse en los bordes al espesor requerido para aguantar la fuerza cortante en las ranuras.

3. Las esquinas de las ranuras aguas abajo deben tener una proyección 1,25 cm seguida por paredes convergentes para volver a las dimensiones de la garganta aguas arriba. No se utilizaron deflectores de corriente aguas arriba de la ranura.

Como notado por Ball [6], las instalaciones de desagüe de Palisades fueron sometidas a pruebas durante unos 30 días con pequeñas aperturas y cargas de aproximadamente 60 metros. Ningún daño por cavitación apareció en la compuerta, pero el hormigón sufrió desgaste justo aguas abajo de la compuerta. Ball atribuyó el daño al hormigón a proyecciones en el hormigón en el punto de juntura con el marco aguas abajo de la compuerta.

Desde la construcción de la compuerta deslizante normal de alta presión del estilo usado en Palisades, se han instalado numerosas compuertas deslizantes en proyectos del Bureau. Muchas han funcionado sin sufrir ningún daño por cavitación; sin embargo, se han notado extensos daños en varias compuertas por razones no bien claras. Un repaso de casos selectos muestra significantes mejoras en el diseño de la compuerta deslizante de alta presión desde los tiempos de la compuerta de fondo plano, pero no hay evidencia de que se haya realizado todavía un diseño de compuerta deslizante que fuera libre de daños de cavitación.

Estudio de Casos

La Presa Vallecito.- Esta es una presa de tierra con núcleo impermeable de 49 metros de altura, situada sobre el río Pine a 29 kilómetros al noreste de Durango, Colorado. La presa fue construida de 1938 a 1941. Típica de los diseños pre-1940, se utilizaron compuertas deslizantes de fondo plano para regular las descargas de las instalaciones de desagüe. Dos compuertas de 1,52 m x 1,52 m regulan el caudal a través de un conducto de doble sección de hormigón. Las primeras reparaciones de daños por cavitación se hicieron en 1962. Al mismo tiempo, pequeñas averías a la hoja de la compuerta y al marco aguas abajo fueron reparadas con material epoxi. En 1984, una inspección de la hoja reveló un fuerte deterioro por cavitación, típico del desgaste ya observado en este tipo de geometría de hoja de compuerta [7]. Además del daño usual a las ranuras y al marco aguas abajo de la compuerta, la hoja mostraba extensa cavitación a la parte curva del borde delantero. Reparaciones permanentes a una hoja tan destrozada es casi imposible. Además, la reparación no es más que una medida provisional puesto que las compuertas sufrirán cavitación otra vez si se utilizan para regular caudales parciales. En Vallecito, la hoja de compuerta y los asientos fueron reemplazados con el actual diseño normal (45°) de hoja. La compuerta ha funcionado sin daños desde su reemplazo en 1985.

La Presa Joes Valley.- Esta es una presa de tierra con núcleo impermeable, con altura estructural de 57 metros. Está situada en Selly Creek a unos 19 kilómetros al noreste de Orangeville, Utah. La construcción quedó completada en 1961. Las instalaciones de desagüe tienen dos compuertas deslizantes de alta presión de 68 cm x 68 cm del presente diseño normal del Bureau. Un examen subacuático reveló fuerte deterioro de cavitación aguas abajo de las dos compuertas reguladoras [8]. La reparación consistió en una técnica nueva. Además de remendar los huecos con epoxi, dos barras de acero inoxidable fueron adaptadas al marco de compuerta aguas abajo a lo largo de los asientos laterales justo aguas abajo de la ranura de la compuerta. Estas barras son diseñadas de tal manera que el aire puede circular por las paredes laterales por detrás, reduciendo la posibilidad de cavitación. Las barras de orificio hacen que la compuerta deslizante sea similar a la compuerta de chorro en concepto, permitiendo al chorro saliendo por la compuerta saltar libre de las paredes laterales. El coeficiente de descarga para la compuerta modificada es más bajo que el del diseño normal de la compuerta deslizante de alta presión.

Tapón del Túnel Izquierdo de Derivación de la Presa Glen Canyon.-

La presa Glen Canyon es una obra bóveda de hormigón, de 21 metros de altura, situada a 24 kilómetros aguas arriba de Lees Ferry, sobre el río Colorado. Durante la construcción, el agua pasaba a través de tres compuertas deslizantes de alta presión midiendo 2,13 m x 3,20 m localizadas en la galería de derivación izquierda. Durante el año de 1965, estas compuertas (con hojas de 45°) fueron utilizadas para la descarga libre de más de 2 millones de acres-pie a casi 107 metros de carga [9]. El daño por cavitación que ocurrió se considera mínimo. La mayor parte del daño alrededor de las compuertas puede atribuirse a malas alineaciones de las juntas de construcción. Había algún deterioro debido a la geometría de la compuerta y de la ranura en la superficie en declive aguas arriba de la hoja y en el marco de compuerta aguas abajo de la ranura. Las superficies de acero inoxidable y las que estaban recubiertas con Monel en la hoja o áreas de las ranuras no sufrieron ningún deterioro.

Conclusiones

Se ha realizado muy poco trabajo adicional para modificar el diseño de la compuerta deslizante de alta presión normal desde el estudio de Palisades a mediados de los años del 50. El Bureau sigue teniendo problemas de cavitación en instalaciones de diseño normal, aún con cargas tan bajas como de 30 metros. Generalmente, el daño está limitado al marco de compuerta aguas abajo, justo aguas

abajo de la ranura y ocurre cuando se abren parcialmente las compuertas. Debido a repetidos problemas de operación y mantenimiento, el Bureau ha inaugurado un nuevo programa de investigaciones que mira a la eliminación de los daños por cavitación en todas sus instalaciones de compuertas deslizantes de alta presión.

Estudios Actuales y la Necesidad de Investigaciones en el Porvenir.-

El programa de investigaciones incluirá estudios para la modificación de las compuertas deslizantes existentes con el fin de mitigar el daño por cavitación. Estas pruebas incluirán estudios sobre modelos del diseño normal actual para llegar a "desarrollar una modificación posterior a las hojas o marcos de compuerta que eliminaría o reduciría mucho los daños por cavitación." Se deberán estudiar primero las barras de tipo orificio discutidas más arriba, las que han sido instaladas en las presas de Joes Valley y Ridgeway. Estos estudios ya están encaminados y se anticipan los resultados a principios de 1990.

Las investigaciones que se lleven a cabo en el futuro beneficiarán de los 85 años de experiencia del Bureau en materias de diseño y operación de las compuertas deslizantes de alta presión. Se podrán aclarar las causas de daños sufridos en muchas instalaciones del diseño actual.

Referencias

1. Gaylord, J.M. y J.L. Savage, 1923. "High-Pressure Reservoir Outlets" (Salidas de alta presión de embalses). Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Government Printing Office.
2. Simmons, W.P., 1950. "Hydraulic Model Studies of the Cedar Bluff Dam Outlet Works Regulating Gate and Stilling Basin" (Estudios en modelos hidráulicos de la compuerta de las obras de desagüe y del cuenco amortiguador). Hydraulic Laboratory Report No. HYD-245, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.
3. Wagner, W.E., 1951. "Hydraulic Model Studies of the Outlet Works, Medicine Creek Dam, Frenchman-Cambridge Diversion, Missouri River Basin Project" (Estudios en modelo hidráulico de las obras de desagüe, presa Medicine Creek, derivación de Frenchman-Cambridge, Missouri River Basin Project). Hydraulic Laboratory Report No. HYD-273, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

4. Lowe, F.C., 1943. "Hydraulic Model Studies on Coaster Gates" (Estudios en modelo hidráulico de compuertas de tipo Coaster).

Hydraulic Laboratory Report No. 130, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

5. Simmons, W.P., 1954. "Hydraulic Model Studies of the 7.5-ft by 9-ft Palisades Regulating Slide Gate, Palisades Project, Idaho" (Estudios en modelo hidráulico de la compuerta deslizante de 2,28 m x 2,74 m de regulación en el proyecto Palisades, Idaho). Hydraulic Laboratory Report No. HYD-387, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

6. Ball, J.W., 1958. "Hydraulic Characteristics of Gate Slots" (Caraterísticas de la ranuras de compuerta). Proceedings of the Convention of the American Society of Civil Engineers, Portland, Oregon.

7. Rood, G.W., 1984. "Condition of Regulating Gates in the River Outlet Works, Vallecito Dam, Pine River Project, Colorado" (Condición de las compuertas de regulación en la obras de desagüe al río). Travel report to Chief, Division of Electrical, Mechanical, and Plant Design, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

8. Buchheim, J.F., R.L. Wiltshire y D.L. Read, 1981. "Review of Operation and Maintenance Program - Joes Valley Dam" (Repaso del programa de operación y mantenimiento - presa Joes Valley). Examination report to Chief, O&M Technical Services Division, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

9. Kohler, W.H. y J.W. Ball, 1969. "Section 22 - High-Pressure Outlets, Gates, and Valves" (Obras de desagüe, compuertas y válvulas. Handbook of Applied Hydraulics, Third Edition, p. 22-2, McGraw-Hill Book Company, New York.

INVESTIGACIONES DEL BUREAU OF RECLAMATION-CORPS OF ENGINEERS RESULTAN EN UN SISTEMA DE CARTOGRAFIA ACUSTICA DE ALTA RESOLUCION¹

Un sistema de cartografía acústica de alta resolución para la realización de reconocimientos rápidos y correctos de superficies horizontales sumergidas ha sido desarrollado como parte de un proyecto solidario de investigaciones y desarrollo emprendido por el Bureau of Reclamation y la estación de experimentación fluvial (WES) del U.S. Army Corps of Engineers. Este sistema hace posible realizar, sin tener que desaguar la estructura, evaluaciones comprensivas de desgaste superficial en tales superficies horizontales como soleras, umbrales, y cuencos amortiguadores donde la turbulencia de los caudales, llevando piedras y desechos, puede ocasionar daños de abrasión-erosión.

El desarrollo de un sistema que permita evaluar sin destrucción el hormigón en las grandes estructuras es un interés que comparten el Bureau y el Corps of Engineers, así como otras agencias gubernamentales y grupos del sector privado responsables de la operación y mantenimiento de proyectos hidráulicos. El fuerte énfasis que se le da ahora a la evaluación de proyectos hidráulicos existentes y las nuevas políticas que abarcan la nueva construcción, la reparación o el reacondicionamiento de obras existentes, puso en evidencia la necesidad de desarrollar y perfeccionar técnicas de pruebas no destructivas (NDT) para evaluar la condición de estructuras de hormigón. En vista de sus mutuas necesidades en este campo, el Bureau y el WES acordaron colaborar en la realización de investigaciones y desarrollo para ampliar sus capacidades de NDT, compartiendo cada agencia en la planificación y el apoyo económico.

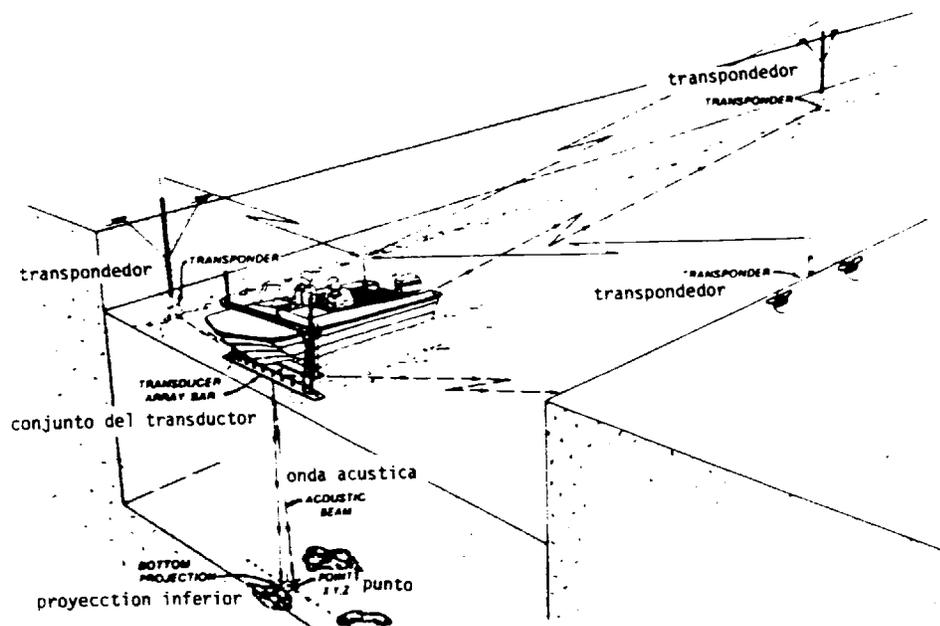
Un problema de mutuo interés era el de obtener rápidamente datos exactos sobre la curva de nivel del fondo de las obras sumergidas y al mismo tiempo evitar el costo de vaciarlas y el riesgo de errores inherentes en los reconocimientos por buceadores. Un estudio del costo de una reparación de daños de abrasión-erosión reveló que el vaciamiento ascendía a más del 40 por ciento de los costos totales de reparación. Sin embargo, el vaciamiento suele ser necesario puesto que es indispensable conocer la extensión y localización del daño para poder determinar las medidas de reparación a tomar y preparar una estimación correcta del costo correspondiente.

Quedó evidente que un sistema que permitiera el reconocimiento sin vaciamiento representaría un importante avance para los

¹Publicación inicial como Nota Técnica No. 61, marzo 31 de 1989; Research and Laboratory Services Division, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado

explotadores de proyectos hidráulicos, y el Bureau y el WES acordaron que lo más indicado sería un sistema sónico. Sin embargo, la erosión y el asentamiento diferencial de las estructuras sumergidas siempre han sido difíciles de cartografiar correctamente con reconocimientos sónicos normales debido a las limitaciones de los distintos sistemas. El sonar "sidescan", los medidores de brazos y demás sistemas de cartografía subacuática son diseñados principalmente para observar elevaciones por encima del plano del fondo del embalse. Las ondas sónicas amplias pueden abarcar una gran extensión, pero se necesitaba una onda más continua para alcanzar la precisión requerida para observar acuciosamente las depresiones y paredes verticales. El sistema de cartografía acústica de alta resolución proporciona este medio.

El sistema ha sido concebido para funcionar en profundidades de agua de 1,22 m a 12 m con exactitudes de aproximadamente 5 cm verticales y de 0,3048 m lateralmente. Se ha utilizado el sistema con éxito para reconocer el fondo del cuenco amortiguador de la presa Folsom, un proyecto del Bureau situado cerca de Sacramento, California, y el cuenco amortiguador de la presa Ice Harbor en el proyecto del distrito de Walla Walla del Corps of Engineers cerca de Richland, Washington. Una descripción detallada y especificaciones del sistema están disponibles y pueden obtenerse sobre pedido.



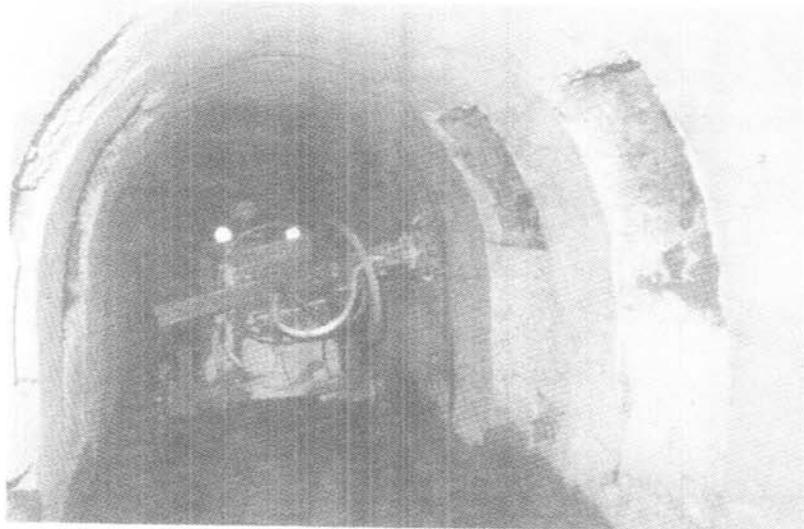
Para mayor información acerca del sistema de cartografía acústica y de los reconocimientos realizados en las presas Folsom y Ice Harbor, así como copias de las especificaciones y una descripción detallada del sistema, sírvase dirigirse a: Chief, Concrete and Structural Branch, PO Box 25007, Denver, Colorado. Teléfono: (303) 236-5989 o FTS 776-5989.

CON LA HIDRODEMOLICION SE ACELERAN REPARACIONES EN UN TUNEL DE ACUEDUCTO

Una adaptación única en su género de un equipo de remoción de hormigón por hidrodemolición ha ayudado a la ciudad de Los Angeles, California a enfrentarse al reto de la reparación de 232 kilómetros de túneles y conductos que llevan agua desde las montañas de la Sierra Nevada a la metrópolis y sus alrededores.

Las reparaciones empezaron en los primeros 396 metros de una sección de 1,77 km en la parte central del túnel y fueron completadas a principios de diciembre de 1988 en un periodo de 2 meses. El sistema de acueducto de gravedad de 544 kilómetros corre desde Lee Vining Creek en la pendiente oriental de las Sierras Nevadas y suministra a la ciudad el 75 por ciento de su abastecimiento hídrico.

Oficiales en el departamento de Agua y Energía de Los Angeles (DWP) quienes son responsables del mantenimiento y reparaciones del sistema de acueductos que tiene 75 años de servicio, afirman que la disponibilidad de tecnología de hidrodemolición ha hecho posible renovar secciones de túneles y conductos de hormigón a un costo promedio 17 veces menor de lo que costaría el uso de técnicas convencionales de demolición de hormigón. Además, el trabajo en la



En cada pasada, la unidad Conjet remueve hormigón deteriorado de una sección de 76 cm de ancho; luego avanza dejando una "costilla" de 76 cm antes de recortar la siguiente sección.

¹Reproducido con permiso del Redactor, Public Works, número de julio/1989

la primera sección ha avanzado hasta 50 veces más rápidamente de lo que era posible anteriormente y, por ser que el operador del equipo de hidrodemolición puede situarse en una posición remota, el trabajo se realizó con plena seguridad.

El sistema utilizado en este trabajo fue diseñado por Atlas Copco, quien adaptó a la red de túneles del DWP su equipo Conjet de hidrodemolición normalmente usado para remover hormigón deteriorado de puentes, parques de estacionamiento y pistas de aeropuerto.

El Sistema de Acueductos

El sistema de acueductos de Los Angeles fue concebido a principios del siglo por el Ingeniero Jefe William Mulholland y fue completado en 1913 a un costo de US\$24,5 millones después de 6 años de construcción. El sistema original de 375 kilómetros de túneles, conductos, embalses y canales abiertos ha sido incrementado a través de los años y hoy la red de 544 kilómetros entrega 1.630.000.000 litros/día de agua a la ciudad de Los Angeles y sus alrededores, abasteciendo en el camino a 11 plantas de energía eléctrica que producen 1,12 mil millones de kilowatt-horas de energía hidreléctrica sin contaminación atmosférica. El sistema entero se alimenta por gravedad sin necesidad de bombas. Aunque el sistema de acueductos haya aguantado bien sus 75 años de servicio, algún deterioro ocurrió en los 232 kilómetros de túneles y conductos revestidos de hormigón y, tras la inspección anual de una semana en 1987, se decidió empezar en 1988 una serie de reparaciones a durar por varios años.

Según el Superintendente de construcción y mantenimiento del DWP, Theodore J. Sterling, segmentos desmoronados en algunas áreas se estaban descomponiendo, desprendiéndose para exponer vigas y soportes podridos que habían sido instalados originalmente para contener rocas y tierra en la parte superior. En algunos casos, los túneles descienden a una profundidad de 183 metros por debajo de la superficie de las montañas que atraviesan.

Los túneles de hormigón originales fueron construidos sin barras de refuerzo, habiéndose vertido el cemento entre y alrededor de las vigas de soporte en diferentes espesores variando de 10 cm a 50 cm. La configuración de los túneles varía en tamaño y diseño, dependiendo del grade hidráulico. (Entre más aguda la pendiente, mas pequeñas son las dimensiones). La sección de 400 metros, acabada de completar, tiene forma de herradura, con 2,44 m de ancho por 2,44 m de alto, con un tope redondo que se encuentra normalmente por encima de la línea de agua. El fondo plano tiene una ligera inversión.

Problemas de Reparaciones

En las preparaciones para reparar las secciones deterioradas, se tropezó con ciertos problemas:

1. El factor del tiempo.- Para reparar los túneles, se debe parar el servicio de agua. Esto quiere decir que la ciudad debe depender del segundo acueducto de Los Angeles construido en 1972 y de embalses cerca de la ciudad para su alimentación en agua. Aunque estos embalses son de gran capacidad, pueden suministrar agua solamente por un corto tiempo sin reabastecimiento. Por lo tanto, era necesario actuar con rapidez.

Otra complicación aparte del factor del tiempo, viene siendo la cuestión del almacenamiento limitado detrás de la sección cerrada como resultado de los caudales y escorrentías de nevadas.

Sterling estimó que, con la mano de obra disponible, la remoción convencional del hormigón deteriorado y su reemplazo con hormigón encofrado podría avanzar razonablemente a un promedio de solamente 1,52 metro en un período de 10 días. Esto significa que se necesitarían más de 7 años para reparar los primeros 396 metros de túnel.

2. El Costo.- Siguiendo el método descrito, más arriba, Sterling estimó que el costo de reparaciones para cada 1,52 m de avance, ascendería a US\$50.000, o sea US\$13 millones para los primeros 396 metros.

3. Seguridad.- Usando equipos convencionales, el operador debe estar parado directamente debajo de la sección de hormigón que se viene removiendo. La posibilidad de caídas de hormigón, rocas o vigas resultando en lesiones siempre es presente.

Sterling dice que por los factores de tiempo, costo y seguridad, quedó evidente que los métodos convencionales de reparación de las secciones deterioradas de los túneles no serían satisfactorios.

Algunos acercamientos alternativos se consideraron pero fueron rechazados. Una solución consistía en revestir simplemente las secciones deterioradas existentes con malla de alambre y gunita con un espesor de 5 cm. Esta solución fue inmediatamente rechazada puesto que reduciría el tamaño de la sección del túnel con una consecuente disminución importante del caudal.

Otra solución que tampoco servía era de insertar un vejiga de caucho en el túnel. Aunque el caucho hubiera prevenido que penetraran desechos de hormigón en el almacenamiento de agua, no hubiera provisto soporte o protección contra más desgaste del túnel.

La última sujestión era de construir nuevas secciones a lo largo de las secciones deterioradas, pero también se rechazó por ser ésta demasiado costosa.

La Unidad de Hidrodemolición

Por ser urgentes las reparaciones, Sterling consultó con ingenieros de la empresa Atlas Copco para ver si la tecnología de hidrodemolición normalmente usada para la demolición del hormigón en la superficie podía adaptarse para aplicación subterránea. Atacando el problema, la empresa logró desarrollar una unidad de hidrodemolición Conjet lo suficiente pequeña para caber fácilmente en el espacio de 2,44 m x 2,44 m del túnel, con un brazo móvil capaz de rotar en un arco de 360°, equipado con dos poderosas boquillas de alta presión de agua que podían remover hormigón deteriorado de hasta 50 cm de espesor en secciones de 76 cm de ancho.

La unidad Conjet, entregada a la oficina regional del DWP en Mojave, California, fue probada durante 2 semanas en un túnel abierto prototipo de 15 m de largo. Tras unos ajustes, la unidad Conjet funcionó bien y, según Sterling, "sobrepasó nuestras mayores esperanzas".

El brazo Conjet fue programado para realizar su paso de 76 cm de ancho empezando a 36 cm por encima del piso del túnel y subiendo hasta la línea de agua. Esta era el área donde el deterioro había ocurrido. (Se hicieron reparaciones al piso del túnel en 1938, el que está todavía en buen estado). Se roció agua a través de dos boquillas de 1,5 mm (a veces de 1,1 mm) bajo 1195 kg/cm² de presión en el paso arriba y abajo del brazo rotatorio. Con dos pasadas se removió el hormigón deteriorado.

Después de la remoción de cada sección de 76 cm, la unidad se movía adelante, omitiendo una sección de 76 cm, para empezar la remoción del hormigón deteriorado en otra sección, dejando por detrás una "costilla" de 76 cm como soporte. Después de acabar con las áreas donde los espacios dejados por el hormigón removido se habían rellenado con nuevo hormigón armado, se regresó la unidad para remover las costillas y completar la reparación.

Un operador hacía funcionar el Conjet (por control remoto) desde un sitio más alejado. La unidad funcionaba en turnos de 10 horas, 7 días a la semana, de las 13:30 horas a las 2 horas de la mañana. Un equipo de limpieza, usando tractores y tres vagonetas de minas sacaban los desechos de las 23 horas hasta las 9 h 30 de la mañana. Se utilizaba una grúa para sacar los pedazos de hormigón hasta la superficie a través de un hoyo de 2,44 m x 3,66 m.

Un equipo para aplicar gunita, dos operadores y tres acabadores trabajaban en turnos de las 7 h a las 17 h. La mezcla de gunita consistía de hormigón mezclado con humo de sílice y un super plastificante reforzado con fibras de acero deformado de 3,8 cm. Esta mezcla se preparaba en una planta a 1 km del valle y se transportaba por camión hasta la entrada del túnel donde se bombeaba a la sección en reparación a través de una línea de alimentación.

El robot Conjet recibía su potencia de un generador diesel con bomba diesel de alta presión situado en un envase de 6 metros en la boca del túnel. Las boquillas de alta presión en el robot requieren 132 lit/min de agua que provienen de un depósito de 37.000 litros de capacidad también en el envase. Según la norma, se filtraba agua a través de dos telas metálicas de 50 micrones y otra de 5 micrones.

Se bombeaba agua por alta presión a partir del envase al robot por largas distancias hasta 396 m, sin ninguna pérdida de presión que hubiera reducido la eficacia del aparato para remover el hormigón.

El flujo por gravedad en el túnel quedaba detenido por una barrera de sacos de arena situada por debajo del equipo y se bombeaba el agua hasta la superficie.

Los resultados específicos notados por el Superintendente Sterling de la DWP son los siguientes:

1. Progreso del trabajo: 7,6 metros de túnel reparado en un período de 24 horas, en comparación con la estimación de 1,52 metro en un período de 10 días, usando pistolas neumáticas, o sea, de 12 a 25 minutos de trabajo contra 10 horas para la misma superficie.
2. El empleo de 2 hombres en vez de 6 usando pistolas neumáticas.
3. Costo de US\$14.000 por cada 7,62 metros contra los US\$50.000 por solamente 1,52 metro en la proyección usando pistolas neumáticas.
4. Cien por ciento de seguridad según las normas del OSHA (Oficina de seguridad en el trabajo) en California.

Sterling dice que cuando la unidad Conjet no esté en uso en el túnel, se utilizará para muchos trabajos de soplete por arenado del DWP, con el fin de eliminar el empleo de materiales peligrosos.

En cuanto a su eficacia en la reparación del sistema de redes de túneles del acueducto de Los Angeles, el equipo Conjet, según afirma Sterling, ha hecho una contribución extraordinaria a una costo razonable. "Esta es la ola del futuro," dice él. "Es la manera la más económica de proceder con este tipo de reparaciones en la actualidad."

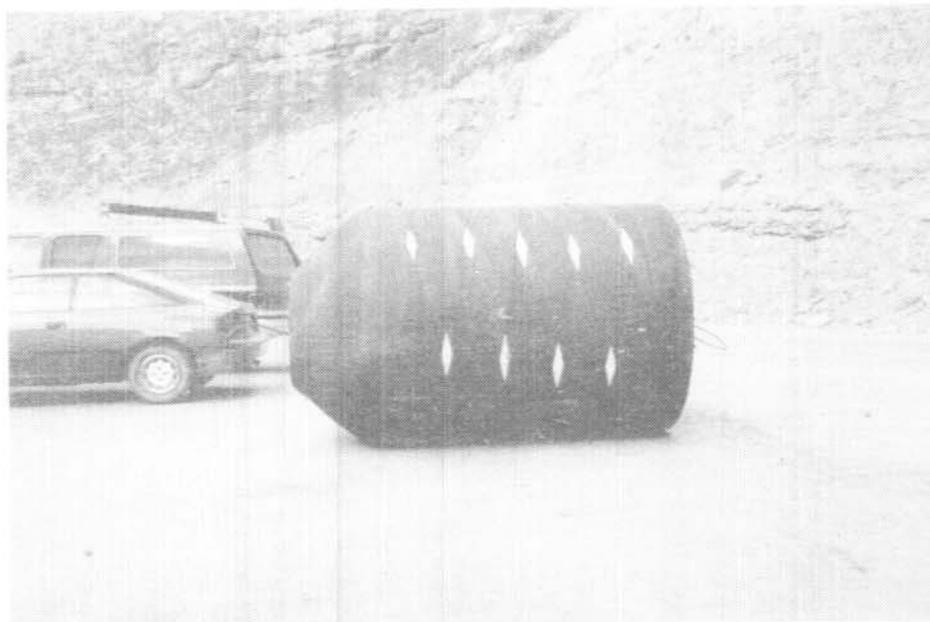
LIMPIEZA DE TUBERIAS USANDO PUERCOS¹

por Chuck Carney²

El sistema hidráulico de Quail Creek, acabado en 1985, está situado al sur del estado de Utah, cerca de Hurricane City. Consiste de una presa de derivación que saca agua del río Virgin y la encamina hacia 13 kilómetros de tubería revestida de hormigón. Existen dos plantas hidroeléctricas, de 600 kW y 2340 kW, a lo largo de la tubería, más instalaciones de desagüe de agua para el riego. En sus primeros 7 kilómetros de longitud, la tubería mide 168 centímetros de diámetro y luego cambia a 122 cm por 5,6 kilómetros.

La capacidad del caudal del sistema Quail Creek rebajó después de varios años de servicio, con una consecuente reducción de carga disponible. Puesto que el uso principal de la tubería es la generación de energía eléctrica, la pérdida de carga nos fue costosa.

Este problema se solucionó fácilmente, aunque los medios utilizados eran fuera de lo ordinario. Introdujimos tres "puercos" en los 13 kilómetros de tubería para limpiar los depósitos de impurezas provenientes del río y se dejó la tubería en una condición parecida a



Un puerco de 168 cm de diámetro,
con partículas de carburo encajadas

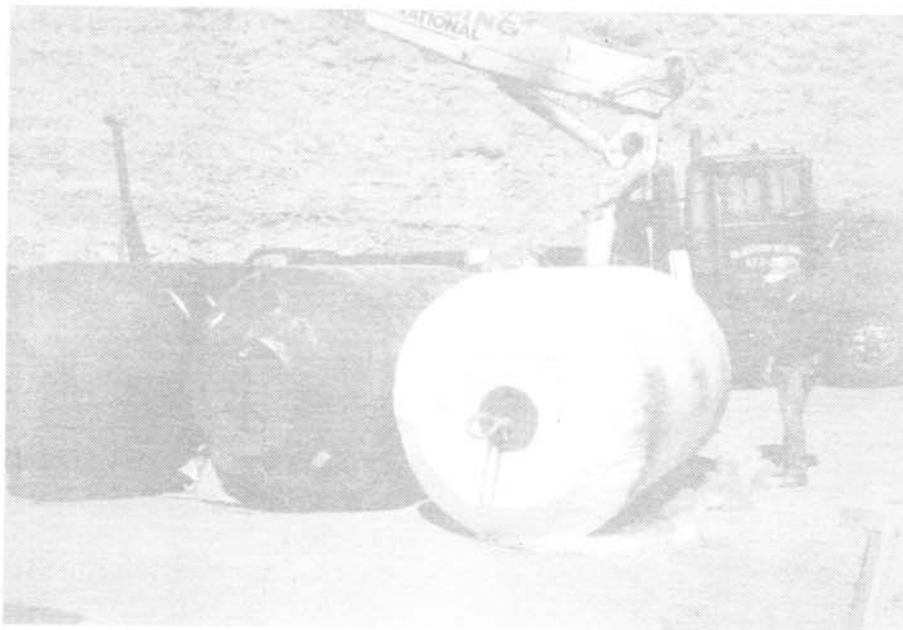
¹Reproducido del número de junio/89 de Hydro Review. Dos artículos sobre los "puercos" aparecieron en los Boletines Nos. 132 y 142.

²Chuck Carney es Supervisor de Mantenimiento y Operaciones para el Washington County Water Conservancy District, PO Box 583, St. George, Utah 84770 USA; teléfono (801) 673-3617

nueva. Estos puercos no son de la variedad que viven en corrales, sino que son fabricados en Texas, de espuma de poliuretano de célula abierta y pesan 272 kg secos, y hasta 2268 kg mojados.

Al principio, no se conocía exactamente la causa de las pérdidas de carga y de caudal. Toda la tubería fue drenada e inspeccionada y se examinaron las válvulas de aire-vacío para eliminar bolsas de aire. Los ingenieros del proyecto, Creamer & Noble, y el fabricante de la tubería determinaron que se habían formado en el interior liso de la tubería escamas y rugosidad con hasta 9,5 mm de espesor, debido a acumulaciones de sulfatos y limo fino.

Nuestros ingenieros nos refirieron a la empresa Flowmore Services de Houston, Texas, que se ocupa principalmente de la limpieza de cañerías para el petróleo. Esta empresa recomendó tres tipos diferentes de puercos de espuma para limpiar la tubería. Los puercos tienen forma de proyectil, con aproximadamente 1,83 metro de largo. El primer puerco utilizado era de espuma suave, de 32 kg/m^3 . Luego se empleó un puerco cubierto de uretano de 80 kg/cm^3 para remover las escamas. El último puerco también era de 80 kg/cm^3 con partículas de carburo encajadas en un revestimiento de uretano para remover las escamas más duras.



De izquierda a derecha: puercos de 168 cm: (1) puerco con revestimiento de uretano encajado con partículas de carburo, (2) puerco con revestimiento de uretano solo, (3) puerco de espuma de peso ligero.

Fue necesario hacer pasar los puercos a través de las tuberías de 168 cm y 122 cm. La construcción de la espuma permitía el aplastamiento de los puercos en los tubos más angostos.

Se introdujeron los puercos en la tubería en la cabeza de la estructura de derivación a través de un "lanzador de puercos" especialmente construido. El lanzador consiste de un dispositivo de volteo de hormigón existente, equipado con un "embudo para puercos" provisional para guiar el puerco hacia el interior de la tubería. Luego se ajusta el puerco lo más posible adentro de la tubería, deteniéndolo con cadenas para prevenir que se vuelva a salir al llenarse con agua.

Controlamos el avance del puerco en la tubería por radio transmisor insertado en el mismo. El caudal en la tubería determinaba la velocidad, deslizamos el nuestro por la tubería de 0,91 a 1,22 m/seg. El puerco fue desviado hacia la tubería principal en un recibidor de puercos donde pudo drenarse. El recibidor de 122 cm tiene forma de "Y", en la línea principal, reduciéndose a una válvula de compuerta de 91 cm, y acabando en una trampa de puercos de 183 cm equipada con un ataguía y una válvula de drenaje. Una línea de desviación encamina otra vez el caudal de agua de la trampa de puercos a la línea principal. Una vez cogido el puerco, el agua se encamina otra vez por la línea principal. La trampa se vacía y el puerco se remueve por el ataguía.

Después de hacer pasar tres puercos por la tubería, notamos un aumento de 20 por ciento en la producción de energía. Ahora proyectamos utilizar los puercos dos veces al año.

El costo del proyecto de limpieza, incluyendo la fabricación del lanzador y recibidor de puercos, y la manufactura de los puercos, fue de US\$42.000. Estimamos que la producción incrementada resultará en un aumento de ingresos de US\$100.000. Normalmente, los puercos cuestan de US\$7000 a US\$8000 cada uno, pero nos cobraron solamente por dos puercos. La empresa Flowmore nos regaló el tercer "puerco de prueba" gratis.

No se pudieron volver a utilizar los puercos debido a daños sufridos en su primera utilización, probablemente debidos a las reducciones de diámetro de la tubería - de 168 cm a 122 cm - y por la velocidad de avance de los puercos.

Para mayor información sobre la limpieza de tuberías con puercos, sírvase comunicarse con Flowmore Services Corp., 19515 FM 149, B-150, Houston, Texas 77070, USA, Teléfono: (7134)351-7979.

ESTANQUES DE DECANTACION PARA TUBERIAS¹

¿Necesidad o Accesorio?

Existen actualmente dudas tocante a los estanques de decantación o desarenado, si se han de considerar éstos como un lujo o deben de ser la norma en las tomas de conductos de agua. El distrito de regadío St. Mary River Irrigation District (SMRID) considera que al utilizar un estanque de decantador en la toma de sus sistemas de cañerías, ha encontrado una solución al problema de los depósitos de arena y limo en las tuberías. Un decantador, como lo indica su nombre, es un estanque que permite a las partículas de arena y limo depositarse antes de que entren en el sistema de tuberías.

Los estanques decantadores del SMRID miden aproximadamente 40 metros de largo por 5 metros de ancho en el fondo, con paredes laterales de 2,5:1 y la profundidad varía de 2 metros a 4,5 metros. Consisten de estructuras de toma y salida, con una rejilla contra la basura con mallas de 25 mm en la toma. Una pared amortiguadora prefabricada de hormigón se coloca usualmente cerca de la boca inferior de la tubería que alimenta el estanque para reducir la



El estanque decantador, revestido y reforzado con grava, fue construida en 1989 en el canal lateral Coaldale del SMRID.

¹Reproducido por permiso del Redactor, Water Hauler's Bulletin, número del verano/89.

velocidad del agua que fluye por el mismo, siendo éste revestido de plástico y reforzado con grava en sus paredes interiores.

El SMRID utiliza dos cálculos de diseño para determinar el tamaño de construcción de un estanque desarenador. Uno es el diagrama de Van Hjulstrom que calcula las dimensiones de partículas contra la velocidad en la balsa y predice si un tamaño dado de partícula se habrá de asentar, transportar o causar erosión. La otra ayuda es la Ley de Stokes utilizada para determinar la velocidad descendiente de partículas de cierto tamaño.

La Junta Directiva del SMRID, por recomendación de su Comité de Investigaciones aprobó una moción que afirma "se deberán instalar desarenadores en las tuberías cuando factible". Esta moción fue integrada como política en su distrito.

La cuestión de factibilidad debe considerarse para cada estanque propuesto. Por ejemplo, podría no ser económico tener un estanque para una tubería corta, o bien los reglamentos municipales podrían también impedir su uso. Un reglamento municipal estipula que el borde exterior del estanque debe situarse a 38 metros del centro de una carretera rural. Debido a este reglamento, se dificulta muchas veces obtener de parte del propietario del terreno el derecho de paso necesario. No todos los dueños quieren que se contruya un estanque a 28 metros dentro de los límites de su propiedad.

Ron Hadden, anterior ingeniero asistente para el SMRID, dice que él tuvo un problema el otoño pasado en una reunión de usuarios de agua dónde el grupo de granjeros quería, todos salvo uno, que se construyera un estanque en la toma de una tubería propuesta. El granjero opuesto era el dueño del terreno donde se debía construir el estanque.

Otro problema que puede impedir la construcción de un estanque es un talud muy elevado. En algunos casos, el estanque puede estar al mismo nivel del canal de abastecimiento, lo que resulta en taludes muy altos para contener el agua. Puede que el propietario del terreno no considere esto estéticamente aceptable.

Los factores de costo pueden prohibir la construcción de un estanque de agua decantador. Los costos de excavación, materiales de revestimiento y reforzado de grava deben tomarse en cuenta, pero el costo de mayor importancia, si la distancia de transporte es larga, es el de obtener tierra para el relleno. Ron Renwick, ingeniero del distrito, afirma que en muchos casos el costo de construcción del estanque decantador no es más que el precio de compra y costos de instalación equivalentes a una cantidad de tubería de gran diámetro instalada en lugar de un estanque en la cabeza de la canalización.

Aquí, uno se puede preguntar para que molestarse con construir un estanque. Afortunadamente, hay beneficios que el SMRID considera sobrepasan los problemas asociados con la construcción de un este tipo de obra. Estos beneficios se pueden detallar en dos categorías, o sea, beneficios para los granjeros y beneficios para el distrito.

Los beneficios al granjero incluyen una conexión directa a la tubería para utilizar toda la presión disponible, la que, dependiendo del sitio, podría ser considerable. El granjero ya no tendría que construir su propio estanque pequeño en la granja, con una consecuente pérdida de terreno arable para acomodar el mismo y posibles áreas de filtración. El gran estanque decantador situado en la toma de la canalización es más que suficiente para remover arena y limo, por cuanto las boquillas aspersoras del granjero sufren menos desgaste. También reduce la posibilidad de obstrucciones de la línea principal del aspersor con limo y arena todavía en transporte. Hadden opina que una conexión directa proporciona al granjero el beneficio adicional de agua más limpia, así como un funcionamiento más eficaz de la bomba, y ninguno de los problemas asociados con un pequeño estanque de posesión individual.

Los beneficios al distrito son también importantes. Monty Flexhaug, gerente de operaciones para el SMRID, dice que un estanque de desarenado en la canalización requiere una sola limpieza por día de la rejilla en lugar de cuatro limpiezas sin el estanque. La vida útil de una tubería de PVC o polietileno se prolonga bastante por no estar expuesta a la constante abrasión de las partículas de arena.

El SMRID ha instalado varios estanque decantadores en sus sistemas de tuberías en los últimos años con resultados satisfactorios. El mantenimiento, requerido de vez en cuando para remover acumulaciones de arena y limo en dichos estanques por medio de dragas, no presenta ningún problema.

En conclusión, ambos señores, Renwick y Hadden, opinan que la decisión de la Junta de utilizar estanques decantadores donde sea posible en las tomas de los sistemas de tuberías, es buena y que éstos representan un beneficio tanto para el granjero como para el distrito.

Para mayor información, sírvase comunicarse con Ron Renwick, District Engineer, St. Mary River Irrigation Districk, PO Box 278, Lethbridge, Alberta T1J3Y7, Canada; teléfono (403)328-4401.

ENFOQUE EN LA PRESA DE JACKSON LAKE Proyecto Minidoka, Wyoming

La presa de Jackson Lake y su embalse forman parte del Proyecto Minidoka. "Minidoka" es una palabra de los indios Shoshone que significa "grandes extensiones de tierra" y se utilizaba para describir los extensos valles y vastas llanuras de la región del río Snake. La presa provee almacenamiento y regulación del agua para el riego y control de avenidas. Situada en el parque Grand Teton National Park, el embalse es un lugar muy popular de recreo y vacaciones.

La presa de Jackson Lake y el embalse se sitúan a unos 60 kilómetros al norte de la población de Jackson en el estado de Wyoming, sobre la confluencia sur del río Snake en la desembocadura del lago Jackson. El parque Grand Teton de 125.000 hectáreas fue creado hace 44 años, después de la construcción de la presa, y abarca tierras alrededor del lago Jackson y de la presa, la que se encuentra ahora dentro de los límites de un parque nacional.

Historia

El lago Jackson se convirtió en embalse en los años de 1902 y 1903 cuando los primeros reconocimientos fueron realizados por el Reclamation Service (ahora conocido como el Bureau of Reclamation) para el Proyecto Minidoka y se estableció una estación de aforo en la desembocadura natural del lago en septiembre de 1903. El lago natural tenía una superficie de 7000 hectáreas. Durante los años de 1905, 1906 y 1907, se construyó como medida provisional una presa armada de madera en la boca del lago para proveer unos 200.000 acres-pie de retención de agua para el Proyecto Minidoka hasta que se pudieran acertar los requerimientos de almacenamiento. Esta presa provisional se rompió antes de completarse las negociaciones para la construcción de una presa grande. La presa de Jackson Lake fue construida en 1910 y 1911 para proveer 380.000 acres-pie de almacenamiento. Bajo las disposiciones del Proyecto de Ampliación del Lago Jackson, la altura de la presa fue elevada en 5 metros y la actual sección de hormigón fue instalada. Este trabajo quedó completado en 1916.

Se realizaron modificaciones de seguridad de 1986 a 1989 para proteger la presa contra seísmos de máxima intensidad. Estas modificaciones consistieron en la remoción y reemplazo del terraplén norte existente, densificación de la cimentación del mismo, tratamiento de las cimentaciones de hormigón de la presa para proveer estabilidad, modificaciones a las instalaciones de desagüe y modificaciones a las pilas de los vertederos. La presa fue reinaugurada el 17 de julio de 1989, una vez completadas las modificaciones.

La modificación de las obras de desagüe consistía en la instalación de nuevas compuertas deslizantes y la construcción de pilas nuevas y de una sección de transición en los conductos. Quince compuertas de hierro fundido de 1,83 m x 2,44 m con elevadores motorizados fueron instaladas en las obras de desagüe sobre el paramento de la sección de hormigón de la presa. Las compuertas se utilizan para regular el caudal principal de agua a través de la presa. La cota de la solera de las obras de desagüe es de 2050 metros.

La Presa de Jackson Lake

La presa es una obra de gravedad, construida de hormigón con alas de terraplén de tierra. La sección de hormigón mide 68 metros de largo, con una altura estructural de 26 metros. El vertedero y las obras de desagüe se encuentran en la sección de hormigón. La sección del terraplén mide aproximadamente 1384 metros de largo. La altura estructural es de 16 metros y la coronación mide 9 metros de ancho en la cota 2066 m.

La presa tiene una capacidad de vertedero de 246 m³/seg y una capacidad de descarga a través de 15 salidas modificadas de unos 634 m³/seg, ambas en la cota 2063 m de la superficie del agua del embalse. El área total de drenaje sobre el río Snake aguas arriba de la presa es de 2134 km². El vertedero, que consiste de 19 compuertas radiales con cara de madera, no fue modificado durante el programa de reacondicionamiento.

El encargado de la operación y mantenimiento de la instalación reside en el sitio de la presa durante todo el año.

Beneficios

La presa de Jackson Lake crea un embalse de almacenamiento y regulación de agua para el riego y el control de avenidas. El embalse provee un almacenamiento útil de 847.000 acres-pie en la cota 2063 m. La superficie del embalse es de unas 10.336 hectáreas en la cota 2063 m, con 113 kilómetros de orillas contorneando su extensión de 26 kilómetros. El caudal anual promedio a partir del lago era de 1.017.901 acres-pie de agua de 1916 a 1982.

La construcción de la presa en la cabecera del río Snake contribuyó al desarrollo de la zona desértica alrededor de las actuales poblaciones de Burley y Rupert, Idaho. Las facilidades combinadas del Proyecto Minidoka eventualmente trajeron agua a casi 485.000 hectáreas en el árido valle del río Snake en el este y oeste del estado de Idaho, abasteciendo a 170.000 habitantes con agua del proyecto.

El almacenamiento de Jackson Lake provee beneficios para funciones que no eran autorizadas como parte del proyecto original. Estos beneficios adicionales incluyen el mejoramiento del almacenamiento de energía en la cabecera del sistema del alto río Snake, control de crecientes, facilidades de recreo fluvial de pesca y balsas y de recreo lacustre de pesca y paseos en lancha.

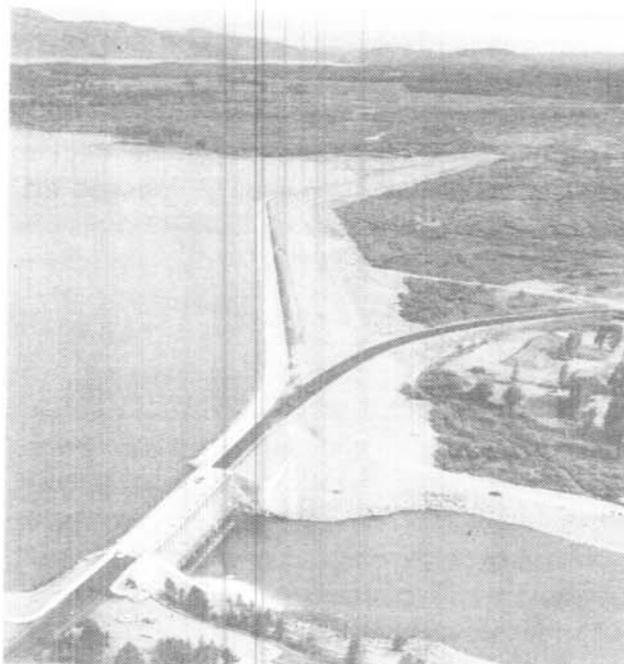


Foto 1.- Vista aérea de la presa de Jackson Lake acabada y su embalse llenándose. Cota de 2062 m (cota máxima de 2063 m). Foto por G. Walker del Bureau of Reclamation. 20/6/89



Foto 2.- Vista aérea general hacia el norte: la presa con su embalse lleno en la cota 2063 y descargas de $48 \text{ m}^3/\text{seg}$. Foto de G.Walker, Bureau of Reclamation. 17/7/89

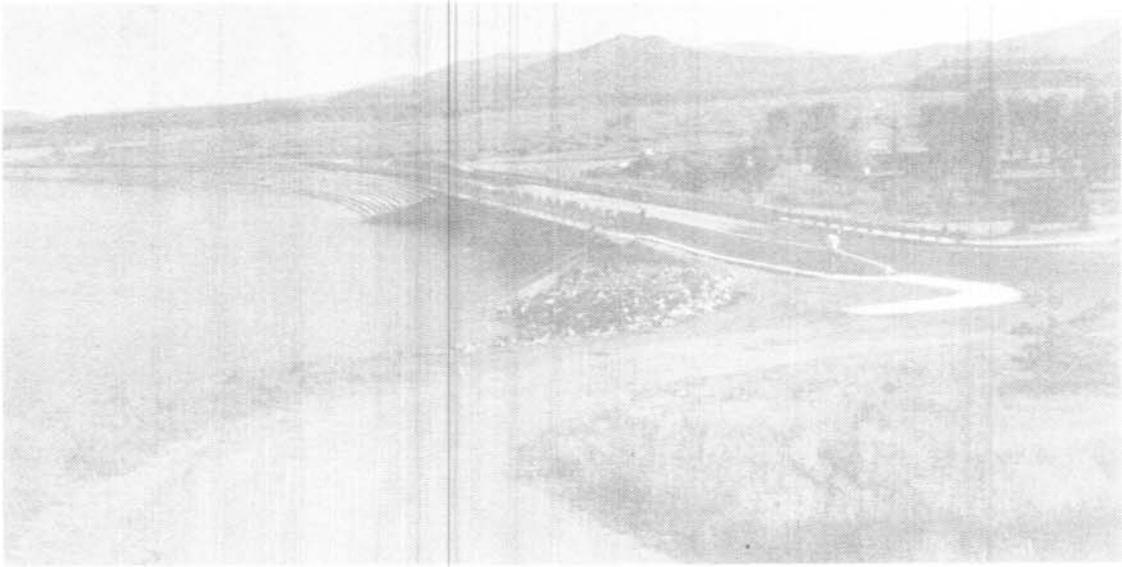


Foto 3.- Vista de la presa y embalse de Jackson Lake con el nivel del agua en la cota 2063. Foto por S. Bareis del Bureau of Reclamation. 27/6/89



Foto 4.- Vista de la construcción de una nueva trinchera de drenaje y reacondicionamiento del terraplén de la carretera Grand Teton Road a una pendiente de 2.5:1. A la izquierda: el material de relleno; la nueva trinchera y la obra provisional en el centro, y la alineación de la anterior trinchera (por debajo del cargador) a la derecha. Foto por S. Bareis, Bureau of Reclamation. 29/6/89



Foto 5.- Vista del traslado del almacén del anterior sitio de mantenimiento del Bureau, el cual se convertirá en un parque de estacionamiento, y se guardarán lanchas en el edificio en Colter Bay. Foto por S. Bareis, Bureau of Reclamation. 26/6/89



Foto 6.- La presa descargando unos 46 m³/seg por sus vertederos. Foto por Bill Bouley, Bureau of Reclamation. 27/7/89

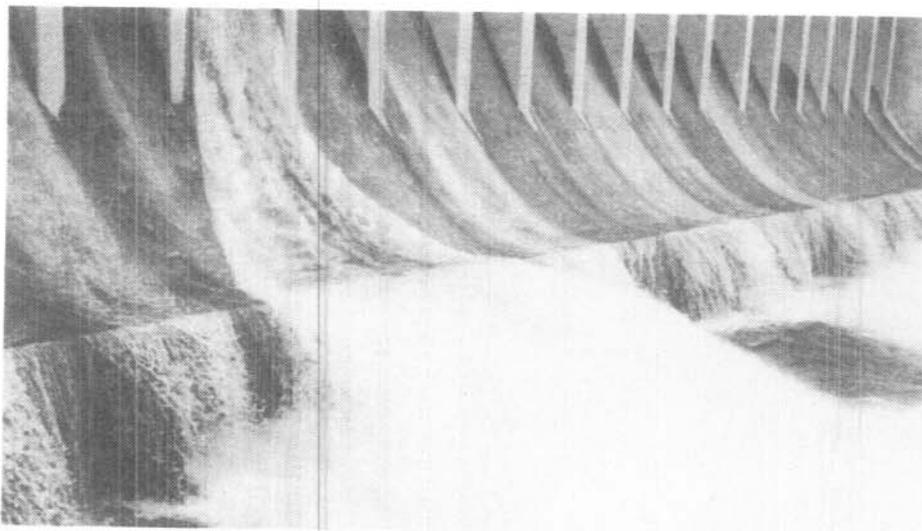


Foto 7.- Descargas de las compuertas radiales del vertedero de la presa de Jackson Lake. Foto por Bill Bouley, Bureau of Reclamation. 27/7/89

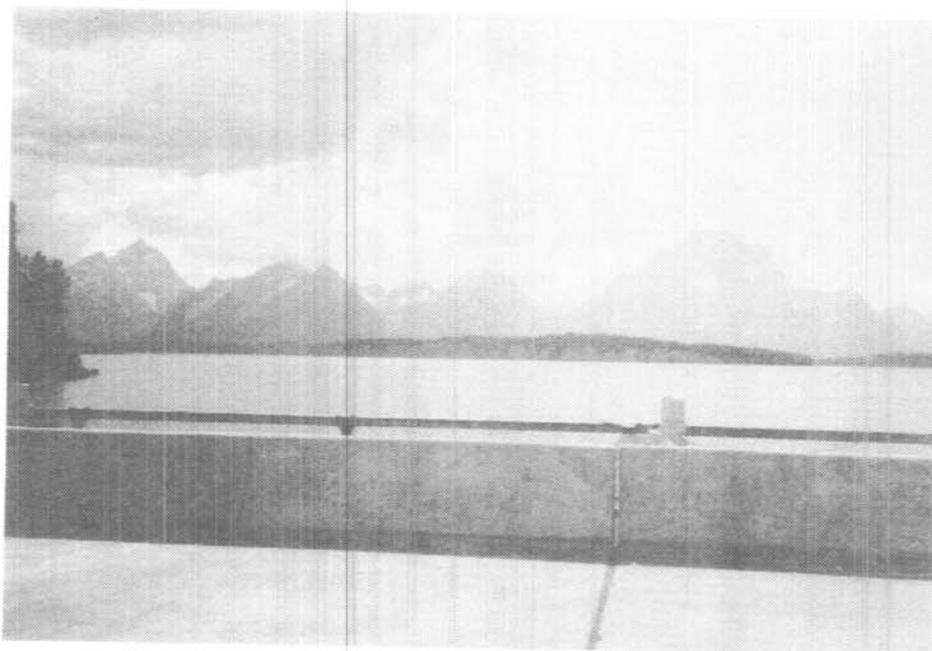


Foto 8.- El lago Jackson y los cerros Grand Teton vistos desde la plataforma de operaciones de la presa. El lago está en la cota 2063 m. Foto de Bill Bouley, Bureau of Reclamation. 27/7/89

La Misión del Bureau of Reclamation

El Bureau of Reclamation, dependencia del Departamento del Interior de los Estados Unidos, es responsable del desarrollo y conservación de los recursos hidráulicos del país en el Oeste de los Estados Unidos.

El propósito original del Bureau, o sea "disponer el desarrollo de las tierras áridas y semi-áridas del Oeste", hoy en día cubre una amplia gama de funciones interrelacionadas. Estas incluyen suministrar fuentes de aguas municipales e industriales; generación de energía hidroeléctrica; agua de regadío para el uso agrícola; mejoramiento de la calidad del agua; control de avenidas; navegación fluvial, regulación y control de ríos; enriquecimiento de la fauna y peces; actividades deportivas al aire libre; y la investigación en diseños hidráulicos, construcción, materiales, control de la atmósfera y energía eólica y solar.

Los programas del Bureau son frecuentemente el resultado de una estrecha cooperación con el Congreso de los Estados Unidos, otras agencias federales, los gobiernos estatales y locales, instituciones académicas, organizaciones de usuarios de agua y otros grupos interesados.

El propósito de este Boletín es el de servir como un medio de intercambio de información sobre la explotación y el mantenimiento. Su éxito depende de la participación de los lectores en obtener y someter ideas nuevas y provechosas de E&M

Ponga de relieve la ingeniosidad de su Distrito o Proyecto con la publicación de un artículo en el boletín. Comuníquese con nosotros pronto!